

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

***FAKULTA TEXTILNÍ***

***BAKALÁŘSKÁ PRÁCE***

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## *FAKULTA TEXTILNÍ*

### **Působení UV záření vlivů na umělé povrchy**

### **The treatment of UV radiation effects on artificial surfaces**

**PAVEL PRESL**

**KTM-575**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Kovačič

ROZSAH PRÁCE	
Počet stran	57
Počet obrázků	45
Počet tabulek	10
Počet příloh	0

## TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilních materiálů

Školní rok: 2010/11

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pro

**Pavel Presl**

**KTM - 575**

studijní program: **B3107 Textil**

obor: **Textilní materiály a zkušebnictví**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o Vysokých školách určuje  
toto zadání diplomové práce:

## *Prohlášení*

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne: 1.10.2010

Podpis:

.....

### *Poděkování*

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi s psáním mé bakalářské práce pomáhali. Velice děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vladimíru Kovačičovi a paní Ing. Koldinské z katedry oděvnictví za výbornou spolupráci, pozornost a za poskytnutí cenných informací, bez kterých bych nebyl schopen tuto práci sepsat.

## Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá působením UV záření vlivů na umělé povrchy.

Teoretickou částí práce je rešerše o dosavadních poznatcích v oblasti výroby umělých travnatých povrchů. Rešerše popisuje výrobu, položení trávníku a způsoby měření jejich vlastností.

Praktická část bakalářské práce se zabývá popisem měření UV záření a jeho vlivu na základní vlastnosti polyetylenů jako je pevnost. Závěr práce obsahuje naměřené hodnoty a výsledné grafy.

## Annotation

This dissertation is concerned with a treatment of climatic effects on artificial surfaces. A theoretical part of the dissertation is the exploration of facts about present pieces of knowledge in the field of the production of grass artificial surfaces. The exploration of facts describes a production, laying of grass and measurement ways of their properties.

The practical part of the dissertation is concerned with the description of UV radiation measuring and its influence on basic properties of polyethylene such as strength.

The conclusion covers measuring data and resultant graphs.

.

### *Klíčová slova*

polyetylen, umělý trávník, monofilament, UV záření, fibrilovaná páska, TIRAtest2300  
pneumatické čelisti, Měřicí přístroj Atlas UC-372-2- typ UVCON

### *Seznam použitých zkratek a symbolů*

Symbol, zkratka	Jednotky	Popis
jemnost	[dtex]	Parametr vlákna vyjádřený v gramech na 10 000 m
Z	m <sup>-1</sup>	Zákrut je šroubovitě vinutí vlákenného materiálu při výrobě a zpracování příze
f	-	Součinitel tření
F	[N]	Síla
N	[N]	Síla normálová
EPDM	[1]	Ethylen Propylen Diene Monomer-vyráběny z plátů gumy
SBR	[1]	granule černé barvy na bázi styrene-butadienové gumy (= styrene-butadiene rubber = SBR), které se získávají z recyklovaných pneumatik
FIFA	[1]	Mezinárodní fotbalové federace
UEFA	[1]	Evropská fotbalová unie
UV	[nm]	Ultrafialové záření

## ***OBSAH***

Úvod.....	10
1. Historie firmy Juta a.s Dvůr Králové nad Labem.....	11
Teoretická část.....	14
Literární průzkum.....	14
2. Úvod do teorie.....	14
2.1. Základní charakteristika polyetylenu.....	15
2.1.1 Výroba polyetylenu (PE).....	15
2.1.2. Charakteristika.....	15
2.1.3. Použití.....	15
2.1.4. Fyzikální a chemické vlastnosti.....	16
2.2. Technologie vsívání tufting.....	17
2.3. Nejběžněji používané barvy.....	17
2.4. Zátěr vláken technologií coating.....	17
3. Příprava a instalace umělého povrchu.....	18
3.1. Úprava stávajících prostorů, drenážní systém.....	18
3.2. Řez podloží.....	18
3.3. Konečné položení umělého povrchu.....	20
4. Materiály výplně.....	21
4.1. Písková výplň.....	21
4.2. EPDM nebo SBR granulát.....	21
5. Opotřebení a očekávaná životnost.....	22
5.1. Faktory ovlivňující životnost umělého trávníku.....	22
5.1.1. Vhodná sportovní obuv.....	22
5.2. Včasné dosypávání křemičitým pískem.....	23
5.3. Úklid hrací plochy.....	23
5.4. Pravidelnost provádění údržby.....	25
6. Umělý trávník 5. generace.....	26
7. Povětrnostní vlivy.....	28
8. ČSN EN 14836.....	29
8.1. Předmět normy.....	29
8.2. Princip zkoušky.....	30



<b>8.3. Zařízení.....</b>	<b>30</b>
<b>8.4. Podmínky expozice.....</b>	<b>31</b>
<b>8.5. Zkušební vzorky.....</b>	<b>31</b>
<b>8.6. Postup zkoušky.....</b>	<b>31</b>
<b>8.7. Měřicí přístroj Atlas UC-372-2, typ UVCON.....</b>	<b>32</b>
<b>8.7.1. Postup při měření UV záření.....</b>	<b>33</b>
<b>8.7.2. Trhací zkouška po UV záření.....</b>	<b>36</b>
<b>8.7.3. Trhací zkouška původních vláken.....</b>	<b>38</b>
<b>9.1. Pevnostní test před UV záření.....</b>	<b>39</b>
<b>9.2. Pevnostní test po UV záření.....</b>	<b>48</b>
<b>10. Závěr.....</b>	<b>55</b>
<b>11. Použitá literatura.....</b>	<b>56</b>

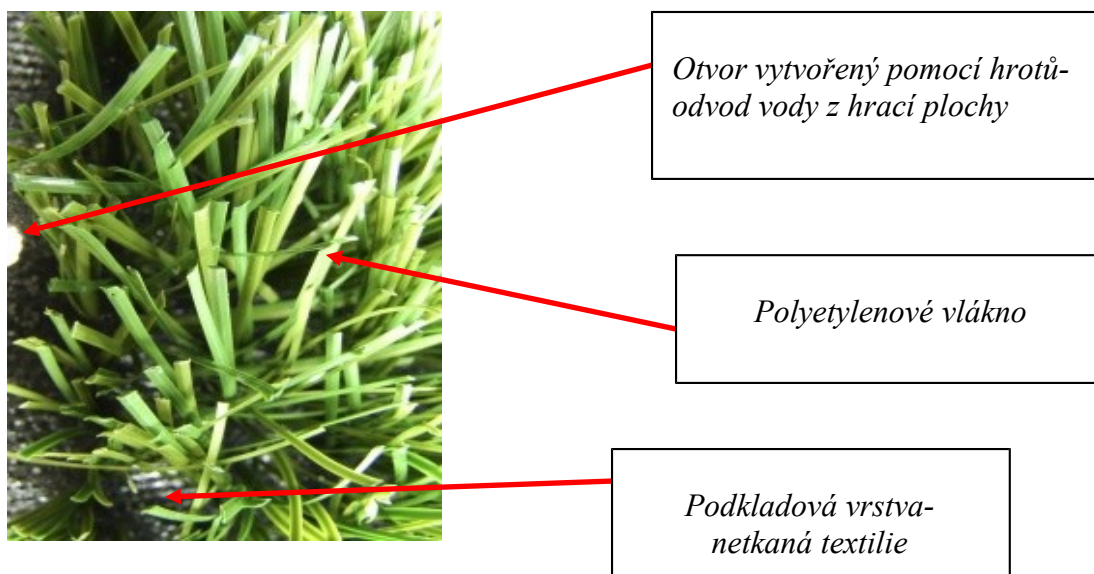
## ÚVOD

Předmětem mé bakalářské práce je působení přírodních jevů na umělé povrchy. Vlivy zásadně ovlivňují vlastnosti zkoušeného materiálu. V prvních kapitolách své bakalářské práce bych Vás chtěl seznámit s možností využití moderních materiálů na zlepšení sportovních povrchů v České republice.

Od útlého dětství se aktivně věnuji sportu, výhradně fotbalu a tenisu. Ze svých fotbalových začátků si pamatuji, že většinu zimní přípravy jsem absolvoval na škvárovém povrchu, z něhož jsem vždy odcházel odřený a špinavý.

S nástupem nových výrobních technologií je možné zaměnit škvárový povrch za umělý trávník, který je téměř totožný s přírodním. Umělý povrch má řadu výhod jako jsou např. v podstatě nulová údržba a dlouhodobá životnost. Dnešní mladí sportovci jistě potvrdí, že nový povrch je pevný, pružný, vodoodpudivý a estetičtější v porovnání s původními povrchy.

Ale i oni zpozorovali, že jejich šatna je stejně jako ta naše vždy po tréninku či zápase plná gumového granulátu. Ze hřiště je vynášen ve fotbalovém vybavení, a proto se musí pravidelně doplňovat, což považuji za jednu malou nevýhodu.



Obr. 5 Detailní pohled na umělý trávník

## *1. HISTORIE FIRMY JUTA A.S DVŮR KRÁLOVÉ NAD LABEM*



Historie podniku sahá do druhé poloviny 19. století, kdy továrny v soukromém vlastnictví vyráběly příze, tkaniny, pytle, vázací motouzy a lana z přírodních materiálů.

V roce 1946 byl založen národní podnik JUTA, továrny juty a konopí, Praha, později přejmenovaný na JUTA n. p. Dvůr Králové nad Labem. V dnešní době má mezinárodní firma s více jak 2000 zaměstnanci a ročním obratem 4mld. korun se Juta a.s. řadí k největším výrobcům v oblasti průmyslu. Více jak 75% produkce se vyváží do celého světa.



Obr. 1 Starý podnik JUTA.

V roce 2005 dochází k výstavbě nového závodu na výrobu umělých povrchů. A už v roce 2007 dochází ke spuštění zkušebního provozu a od roku 2008 vstupuje firma Juta a.s na obchodní trh se svým novým produktem- umělý trávník JUTAgrass.



Obr. 2 Výstavba nového závodu.



Obr. 3 Výrobní hala na umělé povrchy.



Obr. 4 Vstupní hala závodu

## **TEORETICKÁ ČÁST**

### **LITERÁRNÍ PRŮZKUM**

## **2. ÚVOD DO TEORIE**

Základním materiálem pro výrobu umělých povrchů je polypropylen (PP) nebo polyetylen (PE). Z těchto termoplastických polymerů se vyrábí fibrilovaná páska nebo monofilament. Výroba probíhá na extruzní lince, kde dochází k zahřátí polymeru, který se následně přivádí pomocí diferenciálního šneku ke zvlákňovací trysce. Zvlákňovací tryska může mít tvar štěrbin, což vede ke tvorbě folie, která se dále kontinuálně řeže na fibrilované pásy nebo je tryska kruhového profilu s množstvím otvorů a výsledkem je **monofilament**.



Obr. 5 Extruzní linka na výrobu vláken

Jedním z nejdůležitějších parametrů pro vyráběný profil umělého trávniku je jeho jemnost. Odvozenou jednotkou jemnosti příze je dTex, což je parametr vlákna vyjádřený v gramech na 10 000 m. Šířka jednotlivého vlákna se obvykle pohybuje od 0,8 do 1,2 mm a u **fibrilované pásy** od 5 do 12 mm. Tloušťka každého individuálního vlákna se pohybuje od 50 do 150 mikronů. U fibrilované pásy dochází k vytvoření pravého zákrutu s 30 zákruty na 1m.

## ***2.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA POLYETYLENU***

Je termoplast, který vzniká polymerací ethenu. Polyetylen je v současnosti nejpoužívanějším polymerem na světě. Jeho roční produkce je odhadována na více než 60 milionů tun.

Lze využít polymerace za nízkého tlaku (vznikne polymer s lineárním řetězcem, značka IPE – liten) nebo za vysokého tlaku (vznikne polymer s rozvětveným řetězcem, značka rPE – bralen). Při výrobě lze využít vstřikování a vytlačování.

Polyetylen je znám již od roku 1935, ale až do roku 1953 byl málo rozšířen, protože se do té doby vyráběl jen obtížnou polymerací za vysokého tlaku. Vylepšením technologie se polyetylen stal snad nejrozšířenějším plastem po PVC (polyvinylchlorid).

### ***2.1.1 VÝROBA POLYETYLENU (PE)***

Samotný etylen ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) se získává z eténu ( $\text{CH}_3=\text{CH}_3$ ), ropy, zemního plynu a odpadu ze zpracování uhlí. Etylen je bezbarvý nasládlý plyn s mírným narkotickým účinkem. Je dosti reaktivní a jeho bod varu je kolem  $-100\text{ }^\circ\text{C}$ . Polymerace etyleny vyžaduje buď mimořádné podmínky, nebo účinné katalyzátory.

### ***2.1.2. CHARAKTERISTIKA***

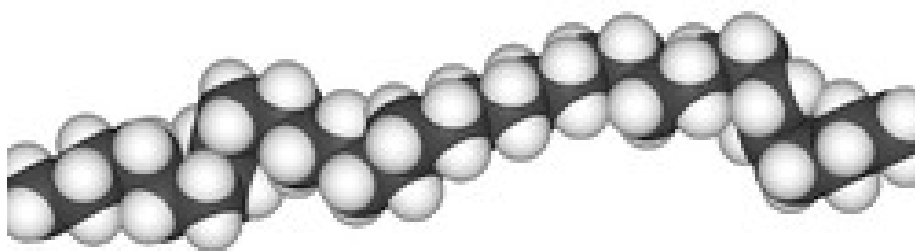
- dobrá svařitelnost
- odolnost vůči kyselinám a louhům
- dobrý elektrický izolant
- nízká hustota a vysoká houževnatost
- malá nasákavost, propustnost vodních par
- fyziologická nezávadnost

### ***2.1.3. Použití***

- kompozitní materiály
- pěnová izolace
- potrubí a vodní nádrže
- zdravotnické pomůcky

**2.1.4. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI**

<b>Fyzikální a chemické vlastnosti látky</b>	<b>Polyetylen</b>
skupenství při 20°C	pevná látka
barva	bezbarvý
zápach	bez zápachu
hustota kg/m <sup>3</sup>	940-963
rozpustnost ve vodě při 20°C [g.l-2]	nerozpustný
hořlavost	hořlavý
teplota vzplanutí [°C]	370
bod tání [°C]	130
možné trvale používat do[°C] (bez mechanického namáhání)	70
teplota skelného přechodu [°C]	-30
teplota měknutí podle Vicata [°C]	110
teplota tání krystalických podílů [°C]	120-135
spalné teplo [MJ.kg-1]	45-46



Obr. 6 Polyetylenové vlákno ve 3D



## **2.2. TECHNOLOGIE VŠÍVÁNÍ TUFTING**



Obr. 7 Stroj na všívání polyetylenových vláken do netkané textilie

Umělý trávník je vyráběn technologií (tufting) s následným nanesením latexu na rubní stranu. Všívání neboli **tufting** je proces, kdy se do hlavní podkladové textilie na všívacím stroji přišijí fibrilované pásy nebo monofilamenty, které se všívají podle požadovaných parametrů hrací plochy. Rozteč všívacích jehel je 250 na 1m pro fotbalovou hrací plochu.

## **2.3. NEJBĚŽNĚJI POUŽÍVANÉ BARVY**

Fibrilovaná páska nebo monofilament se obvykle vyrábí v barvě zelené a červeno-hnědé. Další používané barvy jsou bílá, žlutá a modrá, jež jsou většinou aplikovány jako pomezní lajny hracích ploch. Lajny jsou ze stejného materiálu jako hrací povrch.

## **2.4. ZÁTĚR VLÁKEN TECHNOLOGIÍ COATING**

Usazení vláken se provádí zátěrem (coating) styren-butadienovým latexem, který je nanášen pomocí systému dvou válců procházející latexovou lázní. Pojivo je tím pádem nanášeno pravidelně na rubní část. Další nedílnou součástí výrobní linky je vytvrzení latexu teplotou 80 stupňů Celsia na lícni straně a 135°C na rubní, která musí být vyšší z hlediska správného zatuhnutí pojiva. Poté putuje trávník napínacími válci až k přístroji, jenž má na válci vyhřívané hroty, kterými je povrch proděračen a umožní tak vytvoření drenážních otvorů zajišťující propustnost vody v dostatečné míře. Poslední fází před dodáním výrobku zákazníkovi je kontrola kvality. Při instalaci bývá vyplněn vsypem dle technických parametrů konstrukce umělého trávníku. Na položeném trávníku se měří počet vláken na 10cm. Výška vlasu je celková výška vlákna od podkladové textilie k vrcholu vláken.

### ***3. PŘÍPRAVA A INSTALACE UMĚLÉHO POVRCHU***

Firma JUTA a.s. doporučuje, aby instalaci umělého trávníku, provedla specializovaná firma s odborným dohledem, ale to neznamená, že instalaci nemůže provádět laik. Před samotným položením je nutné vypracovat podrobnou projektovou dokumentaci.

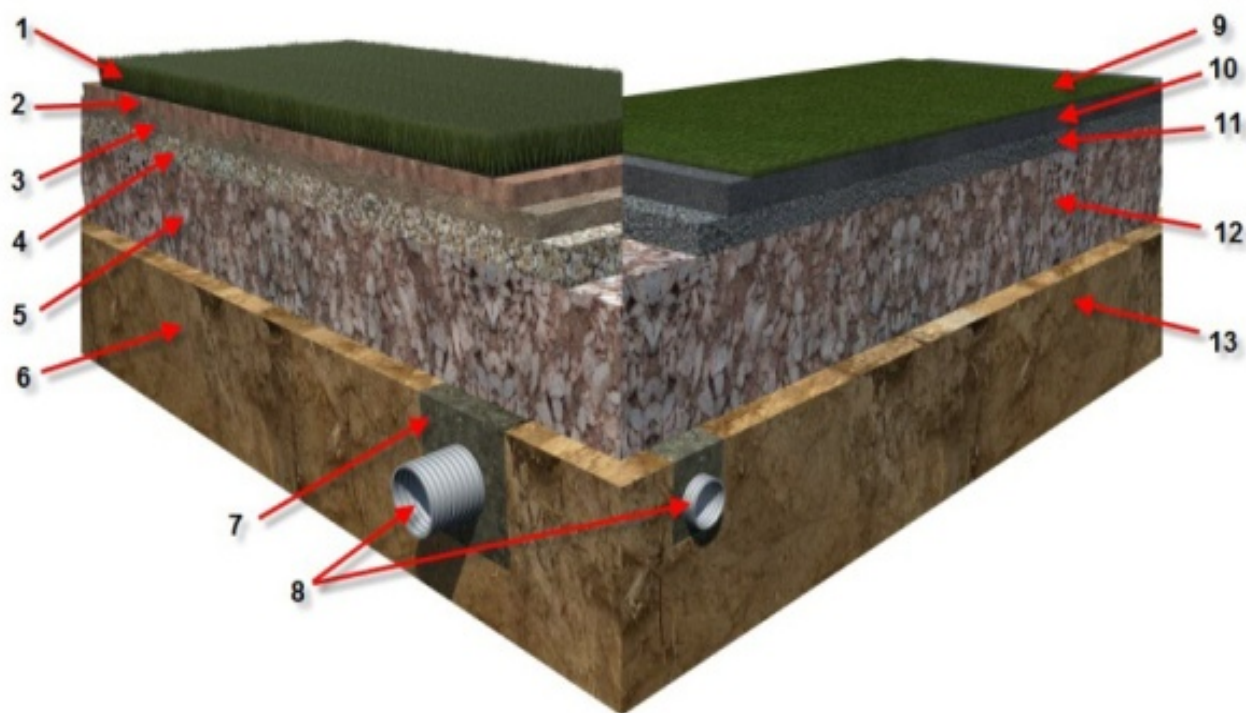
Umělý trávník lze také pokládat na nové i stávající asfaltové nebo betonové povrchy, ale zde se doporučuje podložit umělý trávník pružnou podložkou. U této instalace musí být zaručen minimální spád pro odvod vody.

#### ***3.1. ÚPRAVA STÁVAJÍCÍCH PROSTORŮ, DRENÁŽNÍ SYSTÉM***

Pokládka začíná úpravou stávajících prostorů. Umělý trávník se pokládá na stabilizovaném vodopropustném podloží. Pokud je to nutné, provede se vybudování drenážního systému a podložní vrstvy z drčeného kameniva zajišťující propustnost podloží. Drenážní systém se zaústí buď do stávající kanalizace nebo do vsakovacích jam či volně do terénu.

#### ***3.2. ŘEZ PODLOŽÍM***

Povrch před pokládkou musí být zbaven ostrých hran (např.: kamenů, kořenů atd.) – čím rovnější a hladší podklad, tím lepší výsledný estetický dojem. Vrchní podkladní vrstva z jemnozrnného kameniva velikosti zrna 0,5 – 2 mm výšky 20 – 30 mm se musí zválcovat nebo udusat vibrační deskou. Budování podloží lze realizovat běžně dostupnou mechanizací. Obvod plochy s umělým trávníkem by měl být zakončen betonovými obrubníky, do kterých by měl být tzv. „zakončen“ umělý trávník.



Obr. 8 Řez podloží - nezpevněné podloží a zpevněné podloží

**1, 9** - umělý trávník, **2** - kamenná drť 0-4 - 3 cm, **3** - šotolina 4-8 - 3 cm, **4** - drcené kamenivo 8-16 - 5 cm, **5** - drcené kamenivo 32-63 - 19 cm, **6, 13** - polopropustné podloží, **7** – štěrkopísek kolem drenáže, **8** - pero a svod odvodnění, **10** - koberec ASB - 4 cm, **11** - koberec asfaltový - 4 cm, **12** - drcené kamenivo - 22 cm

### ***3.3. KONEČNÉ POLOŽENÍ UMĚLÉHO POVRCHU***

Umělý trávník je dodáván v rolích. K pokládkám sportovních povrchů je dodáván tzv. plán kladení (kit), který určuje přesně, jak mají být role kladeny. Při manipulaci s rolí umělého trávníku odvalováním je nutné dbát na směr nábalu.

Na rozložené roli lze provádět řezy z rubové strany odlamovacím nožem nebo velmi ostrým nožem. Řezání se provádí z rubové strany umělého trávníku. Nejprve se role rozmístí po celé ploše. Před lepením se spoje rolí umělého trávníku přeloží zpět pro rozložení podkladového pásu. Pro lepení spojů umělého trávníku se nanáší lepidlo (speciálních dvou komponentní pryskyřičné lepidlo na bázi polyuretanu) středem na podkladový pás o šířce 300 mm. Lepidlo se nanáší rovnoměrně na podkladový pás v šířce 200 mm zubovou lištou. Je nutné zabránit tvoření míst s přebytkem lepidla. Umělý trávník se přeloží zpět a lehce se zaválcuje nebo jiným způsobem se vmáčkne do lepidla. Pro sportovní účely se provádí zásyp křemičitým pískem nebo EPDM nebo SBR granulátem. Lajny vymezující hrací plochu se vyřezávají dle plánu kladení.



*Obr. 9 Instalace pomezních čar pomocí lepení*

## **4. MATERIÁLY VÝPLNĚ**

Výplň umělého trávníku mimo jiné zajistí nehybnost a stabilitu umělého trávníku. Základními výplněmi jsou:

- písková výplň – křemičitý písek
- gumová výplň – EPDM nebo SBR granulát

### **4.1. PÍSKOVÁ VÝPLŇ**

K pískovým výplním umělých trávníků není možno používat jakýkoliv písek. Musí vyhovovat řadě požadavků. Okrouhlost zrn je nejdůležitějším znakem, který má přímý vliv na štěpení vláken trávníku. Jestliže částice písku mají ostré hrany, mohou se do vláken zařezávat a způsobit jejich mechanické poškození. V závislosti na kluzných vlastnostech a požadavcích na stabilitu se používají různé frakce. Dalším požadavkem je, aby písek neobsahoval příliš mnoho křídý. Ta může vytvářet nadměrné prášení, jež má za následek zhutnění umělých trávníků. Navíc nadměrný obsah křídý kalí zabarvení hřiště.

### **4.2. EPDM NEBO SBR GRANULÁT**

Na trhu jsou dva typy granulátu, používané pro systém umělých trávníků, většinou se používá surový kaučuk EPDM nebo regenerovaná pryž SBR. Příležitostně se také nabízí recyklovaný EPDM.



*Obr. 10 EPDM granulát*

## **5. OPOTŘEBENÍ A OČEKÁVANÁ ŽIVOTNOST**

Očekávaná životnost umělých trávníků závisí na intenzitě používání, jakož i na místních klimatických podmínkách. Čím více je trávník používán, tím rychleji stárne. Intenzita opotřebení je výsledkem kombinace několika faktorů, včetně hodin denního používání, počtu lidí, kteří umělý trávník používají, druhu sportu nebo hry a typu používané obuvi.

### **5.1. FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ŽIVOTNOST UMĚLÉHO TRÁVNÍKU**

- typ vlákna (druh polymeru, tloušťka)
- hustota umělého trávníku (počet vpichů nebo skutečná plošná hmotnost)
- kvalita provedení umělého trávníku
- zvolená zrnitost písku nebo kvalita granulátu, výška vsypu a tím i výška vyčnívajících vláken umělého trávníku ze vsypu
- kvalita instalace
- údržba umělého trávníku

Provoz na položené hrací ploše může být zahájen ihned po dokončení zásypu křemičitým pískem. Počáteční odskokové vlastnosti se neustále vylepšují podle intenzity zátěže.

Pravidlo je, že čím častější a intenzivnější provoz tím rychleji je dosaženo ideálního odskoku a stavu povrchu deklarovaného výrobcem.

#### **5.1.1. VHODNÁ SPORTOVNÍ OBUV**

Pro pohyb po hřišti musí sportovci používat sportovní obuv. Obuv musí být čistá, aby nedošlo k vnášení bláta, kamínků a ostatních nečistot na hrací plochu a promíchávání nečistot s křemičitým vsypem. Zásadně se nedoporučuje používat kopačky byť i s gumovými špunty. Totéž platí pro používání všech druhů atletických treter. Nedoporučuje se po povrchu jezdit na kole s následným prudkým brzděním a prováděním smyků. K poškození povrchu může také dojít pádem kola, nebo obdobných věcí. Dále se nesmí po povrchu smýkat těžké předměty a trvale stavět bez podložek. Při případném poškození neprovádějte opravy svépomocně, ale informujte zhotovitele, zvláště pokud je povrch v záruční době.

## **5.2. VČASNÉ DOSYPÁVÁNÍ KŘEMIČITÝM PÍSKEM**

Podle intenzity provozu se povrch pravidelně zametá a dosypává se v místech potřeby křemičitým pískem a to zvláště po zahájení provozu a během prvních měsíců. Míra zásypu je odvislá od požadavků uživatele na případný skluz na povrchu nebo naopak skluz maximálně eliminovat. Měřítkem pro dosyp, jsou také odskokové vlastnosti, které jsou zvláště markantní u tenisu.



Obr. 11 Zahradnický traktor s kartáčem

## **5.3. ÚKLID HRACÍ PLOCHY**

Z plochy je potřeba odstraňovat napadané listy, tak aby nedocházelo k tlení a rozpadu listů na ploše umělého trávníku a aby tento odpad neznečišťoval směs křemičitého písku.

Pokud by se na ploše objevily náznaky klíčení plevelů nebo mechu je třeba ihned zabránit odpovídajícím chemickým prostředkem, který nepoškodí umělý trávník a jeho podklad (vhodný je např. Roundup). Likvidace nežádoucího porostu v umělém sportovním trávníku je doporučena použitím přípravku FLORIA (mech-stop) v letním období. Aplikace se provádí zálivkou nebo postřikem dle návodu výrobce max. ve dvou krocích (odstup 2 - 4 týdny).



U hřišťových ploch s plnopropustným šterkovým podkladem je vhodné v rámci jarní údržby provést celoplošné hutnění středně těžkým ručním válcem (150 – 200 kg) nebo mechanickým válcem s volným pojezdem bez vibrace.

V případě zanedbané běžné údržby trávníku nebo v místech silného komunálního provozu hřiště může dojít k nadměrnému vnášení nečistot (prach, bláto, tlející organické látky apod.) čímž ve finální vrstvě dochází ke slepování těchto částí a jejich zhutňování provozem. Vzniká uzavírací škraloup, který v krajní míře vytváří téměř „betonový povrch“. V tomto případě je nutno přistoupit k renovaci umělého trávníku s využitím speciální strojní techniky.

Technologický postup renovace je šetrný ke struktuře umělého trávníku a po dokonalém vyčištění trávníku je písek znovu položen a stébla trávníku jsou znovu vrácena do svislé polohy.



Obr. 12 Údržbová technika

Každý systém umělého trávníku vyžaduje údržbu. Ve srovnání s přírodními trávníky ovšem umělý trávník potřebuje menší údržbu. Bezúdržbová hřiště s umělým trávníkem jsou ovšem iluzí. Solidní program údržby prodlouží dobu životnosti. Údržba umělých trávníků je velmi specializovaná činnost, kterou provádí vyškolený pracovník. Kromě toho je těžké údržbu rozšířit, jelikož existuje mnoho faktorů, které určují typ údržby a její četnost, což zahrnuje:



- konstrukci hřiště, podloží a okolí
- povětrnostní podmínky: vlhko, sucho, vysoká a nízká teplota
- frekvence a intenzita používání: hodiny denně, počet hráčů, obuv

#### **5.4. PRAVIDELNOST PROVÁDĚNÍ ÚDRŽBY**

- **denní - týdenní** – provádí zaměstnanci nebo správci sportoviště za pomoci kartáčování, sběru odpadu, čištěním okolí a přístupu ke hřišti, opravy malých závad, tady využíváme:
- kartáčování – nejdůležitější je pravidelnost ošetřování jak pro povrchy s pískem, tak i s granulátem. Několik kartáčů v různých úhlech – specifická pro umělý trávník, rotační i pevné stabilní kartáče
- zásyp – udržuje hrací plochu v rovině a napomáhá propustnosti vody – kosmetická úprava povrchu
- **jednoroční – profesionální** – vysávání, výměna výplně, větší opravy. Při opomenutí denní údržby je roční daleko dražší a musí být dokonalejší, provádějí ji specializované firmy specializovanou mechanizací.

## ***6. UMĚLÝ TRÁVNÍK 5. GENERACE***



Obr.13 Trávník 5.generace

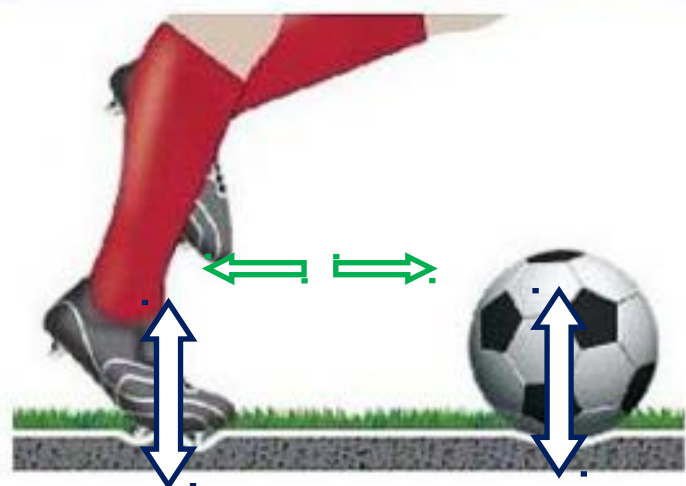
Rád bych Vám představil poslední novinku - umělou travu 5. generace na polypropylenové podložce na fotbalová, tenisová a víceúčelová hřiště. Vývojem technologií se docílilo, že není třeba dosypávat granulát nebo křemičitý písek. Trávníky mají umělý povrch, který je podobný přírodnímu trávníku a zároveň šetří naše klouby. Položení povrchu je snadné díky suchým zipům (viz obr. 9), které spojí jednotlivé díly v jeden celek. Kvalita tohoto revolučního povrchu, tak překonává veškeré dosud používané umělé povrchy.



Obr. 14 Spoj pomocí suchého zipu



Během shromažďování odborné literatury jsem se na internetu dočetl, že tento typ umělého trávníku 5. generace schválila na svém zasedání fotbalová asociace FIFA i UEFA.



Obr. 15 Působení hráče na podloží

Výpočet třecí síly  $F_t = N \cdot f$

N....síla normálová [N]

f....součinitel tření [1]

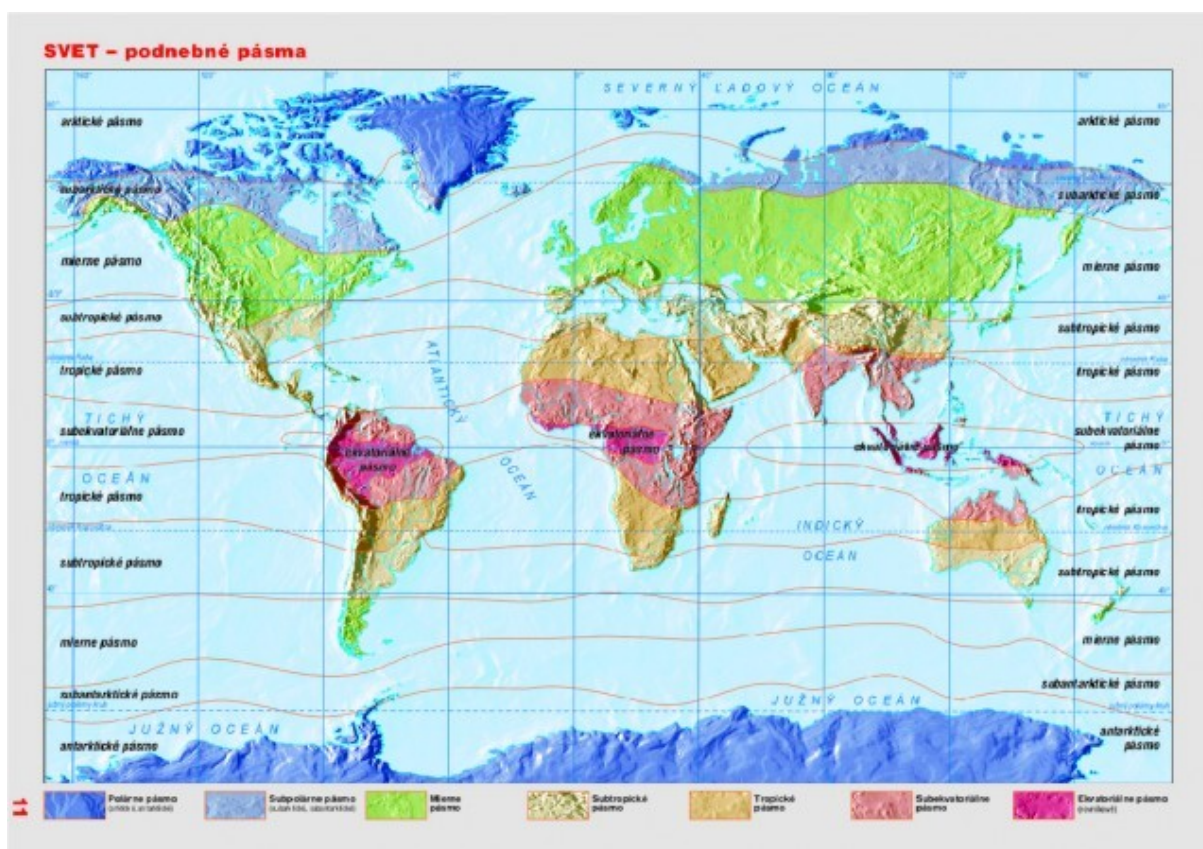
Jak je vidět na obrázku, tak fotbalista působí na povrch určitou silou své váhy, ale zároveň působí tření umělých vláken na fotbalistův pohyb. To samé se samozřejmě děje s míčem, který působí na hřiště, ale zároveň působí povrch na balon. Tím pádem musí hráč vytvořit větší potřebnou sílu jak na balon, tak samozřejmě i na svůj pohyb.



## 7. POVĚTRNOSTNÍ VLIVY

Podnebí a počasí značně ovlivňuje užitékové vlastnosti textilních vláken. K účinku slunečního světla a kyslíku přistupují další veličiny, jako je teplota, vlhkost a složení okolní atmosféry. S výjimkou proměnlivého obsahu UV záření ve slunečním světle v různých očních obdobích a v různé nadmořské výšce je možno pokládat vliv světla a kyslíku za poměrně konstantní veličiny. Ostatní vlivy jsou velmi odlišné a závisí velmi na zeměpisné poloze.

- a) pásmo s podnebím mírným – Česká republika
- b) pásmo s podnebím studeným – severské státy (Finsko, Švédsko)
- c) pásmo s podnebím tropickým suchým – severní Afrika (Egypt)
- d) pásmo s podnebím tropickým vlhkým – státy jihovýchodní Asie (Indie)



Obr. 16 Klimatické pásma

## *Praktická část*

### **8. ČSN EN 14836**

#### **8.1. PŘEDMĚT NORMY**

„ Tato evropská norma specifikuje metodu vystavení syntetických povrchů pro venkovní sporty umělému stárnutí za účelem zjištění změn vlastností, které mohou být rozhodující pro příslušnou specifikaci výrobku.

Citované normativní dokumenty

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citované vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

EN ISO 4892-1:2000 Plastic – methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General Guyance (ISO 4892-1:1999)

(Plasty- Metoda vystavení plastů laboratorním zdrojům světla – Část 1 : Obecné principy)

EN ISO 4892-2:1999 Plastic – methods of exposure to laboratory light sources- Part 2: Xenon-arc sources(ISO 4892-2:1994)

(Plasty – Metoda vystavení plastů laboratornímu zdrojům světla- Část 2 Xenonové lampy)

EN ISO 4892-3 Plastic – methods of exposure to laboratory light sources- Part 3: Fluorescent UV lamps (ISO 4892-3:1994)

(Plasty – Metoda vystavení plastů laboratornímu zdrojům světla- Část 3: Fluorescenční UV lampy)

## 8.2. PRINCIP ZKOUŠKY

Zkušební vzorky jsou vystaveny UV záření za kontrolovaných podmínek okolního prostředí.

POZNÁMKA: Fluorescenční UV lampy používají emisi nízkotlakového merkury oblouku k vyvolání fosforu, který produkuje kontinuální spektrum v relativně úzkém intervalu vlnové délky, která je celkově distribuována kolem největší vlnové délky. Spektrální distribuce záření z fluorescenční lampy je stanoveno jako emisní spektrum fosforu a vlastností přenosu UV záření ve skleněné trubici. Fluorescenční lampa je všeobecně používána k vystavení materiálu záření v omezeném spektrálním rozsahu.

## 8.3. ZAŘÍZENÍ

Skříň pro umělé stárnutí s použitím fluorescenční UV lampy a kontroly okolního prostředí zahrnuje následující části.

a) UV-A 340nm lampy odpovídající EN ISO 4892-3 a umožňující použití pro rovnoměrné ozáření zkušební vzorku v intenzitě 0,80W (m<sup>2</sup>/nm) při 340nm. [ČSN EN 14836]

POZNÁMKA 1: Protože mnohé fluorescenční lampy výrazně stárnou, je nutné respektovat instrukce výrobce týkající se opatření nutných k zachování požadované intenzity ozáření.

POZNÁMKA 2: Použití UV-B fluorescenčních UV lamp nebo expozice v xenonovém oblouku ve skříni pro umělé stárnutí je doporučeno při vývoji nebo posuzování produktů určených pro instalaci v prostředí, ve kterém může být očekávána vysoká úroveň expozice UV.

b) Ozařovací komora, vytvořená z inertních materiálů a zajišťující rovnoměrné ozáření v souladu s odstavcem a) a zahrnující prostředky k měření teploty.

c) Zařízení na smáčení, kondenzaci nebo rozstřikování vody a namočení exponované části zkušební vzorku. V zařízení navrženém k namáčení exponované části zkušební vzorku prostředkem ke kondenzování vlhkosti musí být vodní pára vytvořena horkou vodou v kontejnerech umístěných pod a vystupující přes celý prostor vyplněný zkušebním vzorkem. Držák vzorku (zcela vyplněný zkušebními vzorky) musí vytvářet boční stěnu ozařovací komory tak, že zadní strana zkušební vzorku je vystavena chladicímu účinku okolního vzduchu v místnosti. Za předpokladu, že namáčení zkušebních vzorků je prováděno postřikem, musí voda odpovídat EN ISO 4892-2:1999,4.6.



d) Radiometr odpovídající podmínkám EN ISO 4892-1:2000, 5.1.7, pro sledování ozařování a expozice ozáření.

e) Teploměr s černou stupnicí odpovídající EN ISO 4892-1:2000, 5.2.2.

f) Držáky zkušební vzorku, vyrobené z inertního materiálu, které neovlivní výsledky expozice. Držáky musí být namontovány tak, aby vystavená část zkušební vzorku byla umístěna v souladu s instrukcemi výrobce, a musí být nevyšší 50 mm od roviny instalované UV lampy.

#### **8.4. *PODMÍNKY EXPOZICE***

Cyklus expozice musí zahrnovat  $(240 \pm 4)$  minuty suché expozice UV a teplotu černého panelu  $(55 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , následně expozici kondenzace  $(120 \pm 2)$  minut bez ozáření při teplotě černého panelu  $(45 \pm 3) ^\circ\text{C}$ . Jestliže je namáčení vzorku prováděno kondenzací dovoluje se 120 min pro interval, aby byla zajištěna stejná váha. Tato doba není součástí zatěžovacího cyklu.

#### **8.5. *ZKUŠEBNÍ VZORKY***

Zkušební vzorky musí mít velikost specifikovanou ve zkušební metodě pro vlastnosti, které mají být stanoveny pro expozici, jak je detailně uvedeno v odpovídající specifikaci výrobku.

#### **8.6. *POSTUP ZKOUŠKY***

Zkušební vzorky se volně připevní do držáků tak, aby zkoušený povrch směřoval k lampám. Do nevyplněného prostoru se vloží prázdné desky, aby byly zajištěny stejné podmínky expozice. Zorek se osvítlí, změří se intenzita ozáření a zátěž ozářením na povrchu vzorku. Po ozáření  $4896 \pm 125$  kJ se zkušební vzorky opatrně vyjmou ze zkušební skříně a vyzkouší se podle požadavků specifikace výrobku.“ (Český normalizační institut, 2008)

[EN ISO 4892-1:2000]

### **8.7. MĚŘICÍ PŘÍSTROJ ATLAS UC-372-2, TYP UVCON**

Přístroj Atlas UVCON je laboratorní zařízení určené pro vystavování materiálů alternativní expozici ultrafialového záření a kondenzaci. Umožňuje pomocí zrychleného testování, při nastavení volitelných cyklů „povětrnostních vlivů“ předvídat životnost materiálu vystaveného působení slunečního záření a vlhkosti. V několika dnech nebo týdnech je tak znázorněno poškození-stárnutí, ke kterému při užívání dochází za dobu několika měsíců či let. Radiační energie ze zářivek je soustředěna do rozsahu vlnových délek 340nm. Nastavení teploty je v rozmezí 50-90°C. Kondenzace se realizuje pomocí ohřívače vody v dolní komoře- dochází k odpařování a tím pádem se musí stále doplňovat.

Pro měření byl nastaven cyklus 4hod. UV záření + 4hod. kondenzace tento cyklus se opakoal celých 24 hodin po dobu 5 dní od pondělí 7 hodiny ranní do pátku 13:00 hodin. Celkem se jedná o 126 hodin.

Přepočet hodin na UV záření činí 10104 UV.

Přepočet hodin kondenzace činí 10104 UV.

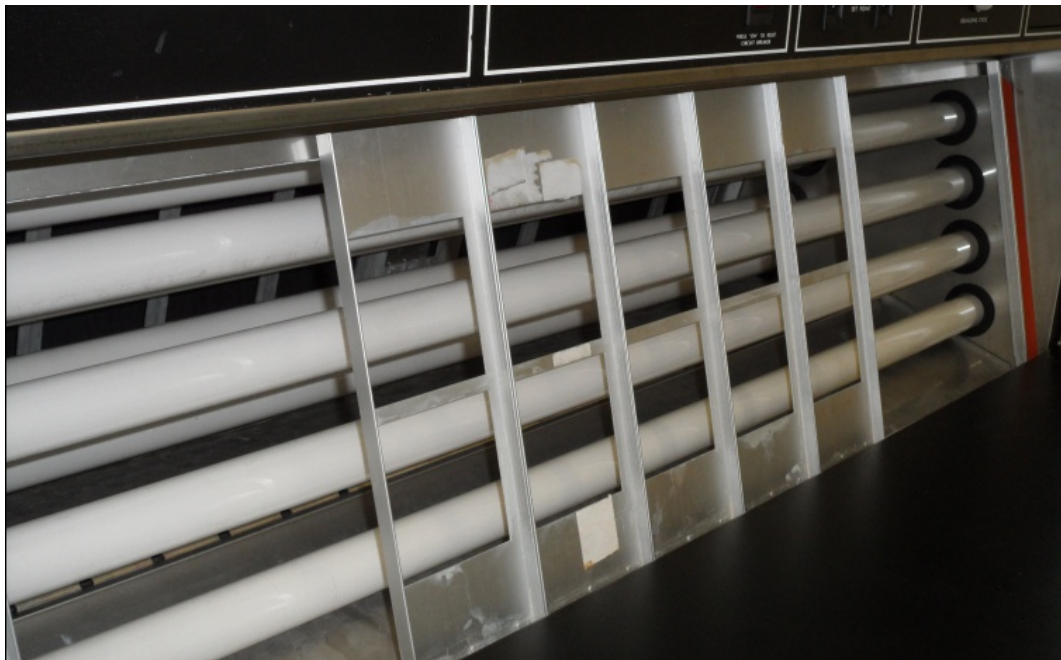


Obr. 17 Měřicí přístroj Atlas UC-372-2, typ UVCON



### **8.7.1. POSTUP PŘI MĚŘENÍ UV ZÁŘENÍ**

Přípravou na měření UV záření jsem začal přípravou zkušebních vzorků o počtu 50ti kusů, které jsem nastříhal na 350mm dlouhé vlákna. Jelikož se vzorky skládají z 8 vláken bylo potřeba je spojit v jeden celek pomocí tavné pistole a roztavené umělé hmoty. Dále následovalo umístění do držáku. Z důvodu velkého množství náměrů jsem vytvořil po 5 kusech jeden přípravek, který jsem vložil do přístroje pro ozáření. Takto jsem činnost opakoval 10krát.



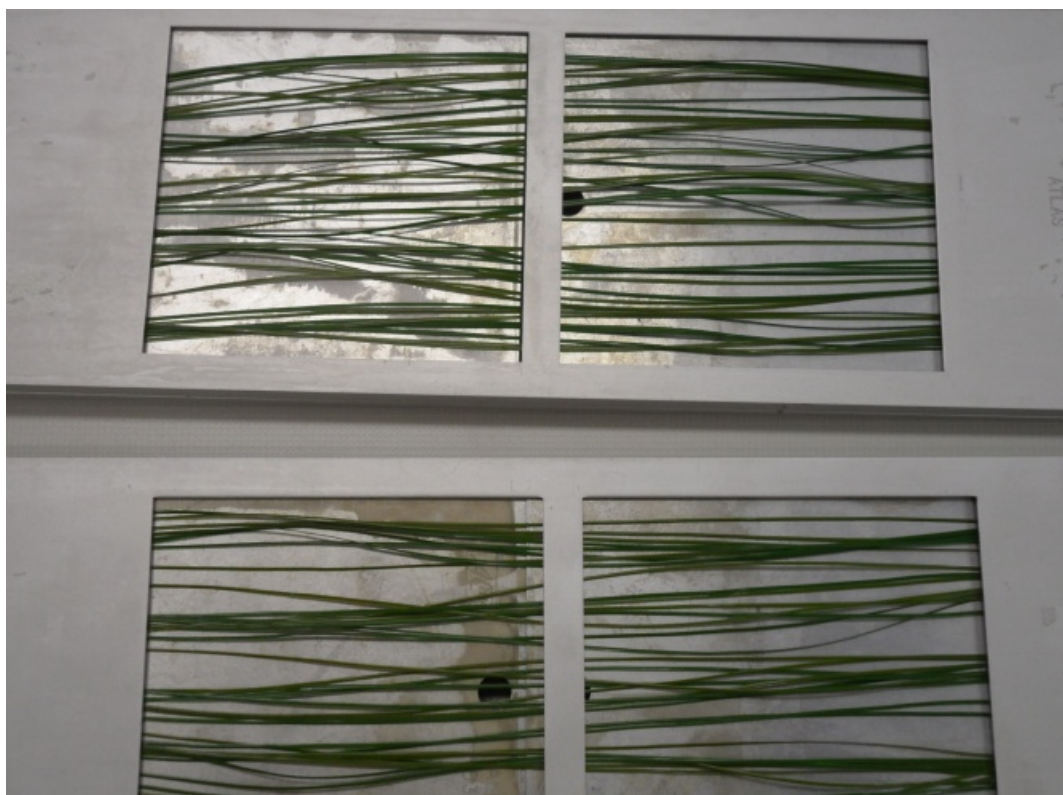
Obr. 18 Pohled na UV lampy, před kterými jsou prázdné držáky.



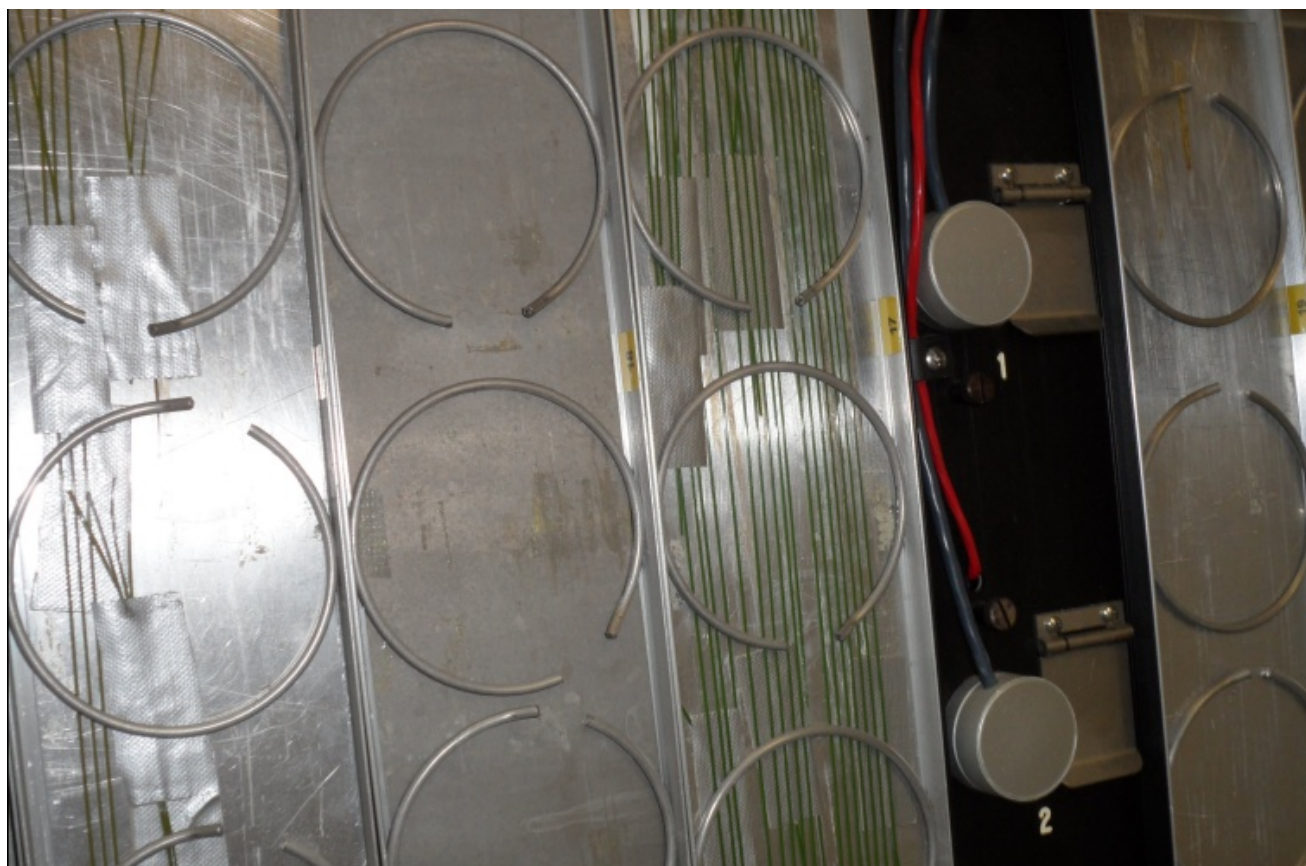
Obr. 19 Pohled na testované vzorky polyethylenových vláken.



Obr. 20 Rubní strana držáku s uchycovacími pružinami.



Obr. 21 Pohled na umístěná vlákna v držáku.

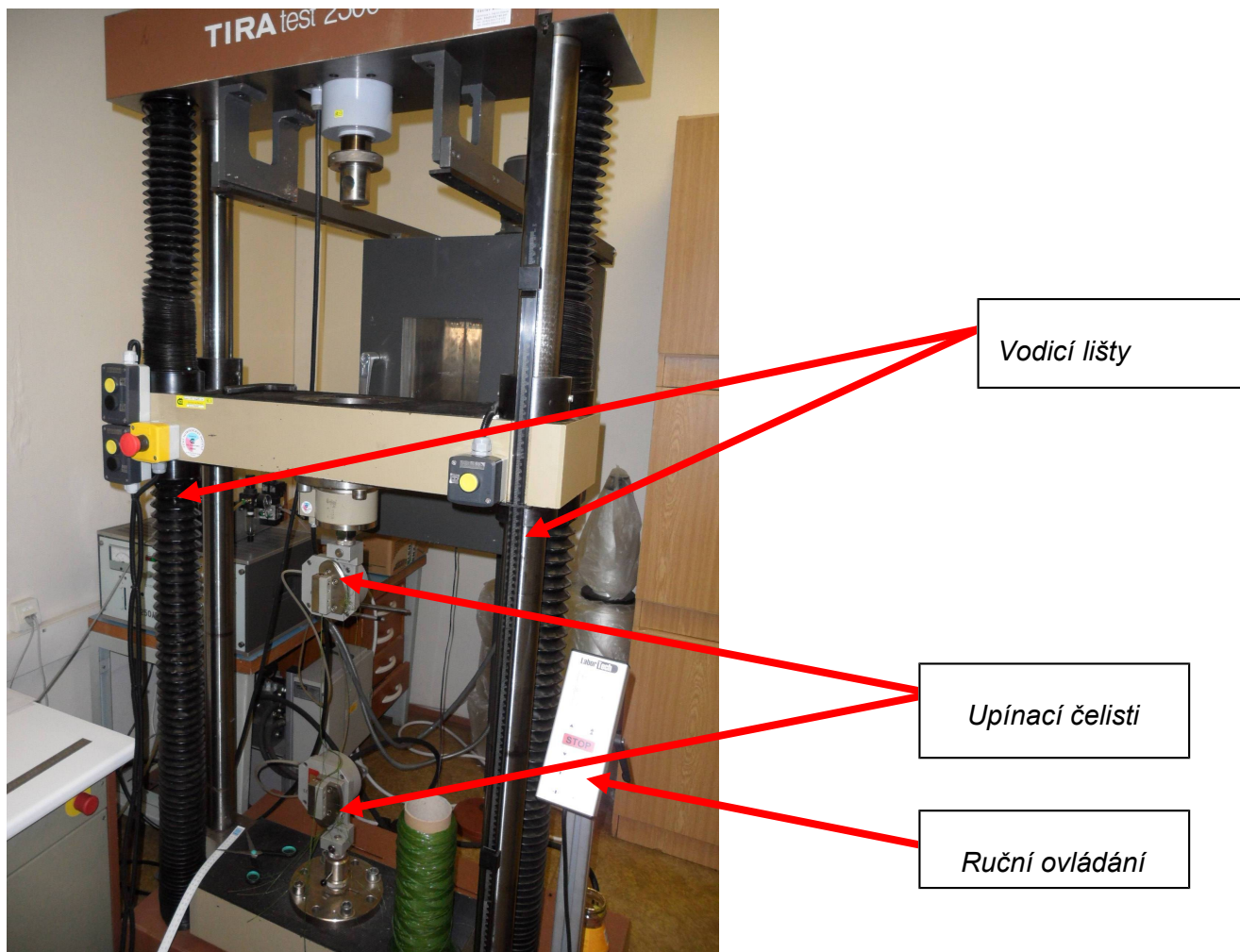


*Obr. 22 Držáky vyrovnané a připravené k UV ozáření.*



### 8.7.2. TRHACÍ ZKOUŠKA PO UV ZÁŘENÍ

Po ozáření 50 testovacích vzorků následuje zkouška na trhacím přístroji. Pracovní postup na trhací zkoušce je stejný jako u vláken před ozáření. Po upnutí mezi pneumatické čelisti následuje spuštění přístroje, jež je propojen s PC, do kterého jsou zaznamenávány veškeré údaje o provedeném úkonu.



Obr. 23 Trhací přístroj TIRAtest2300



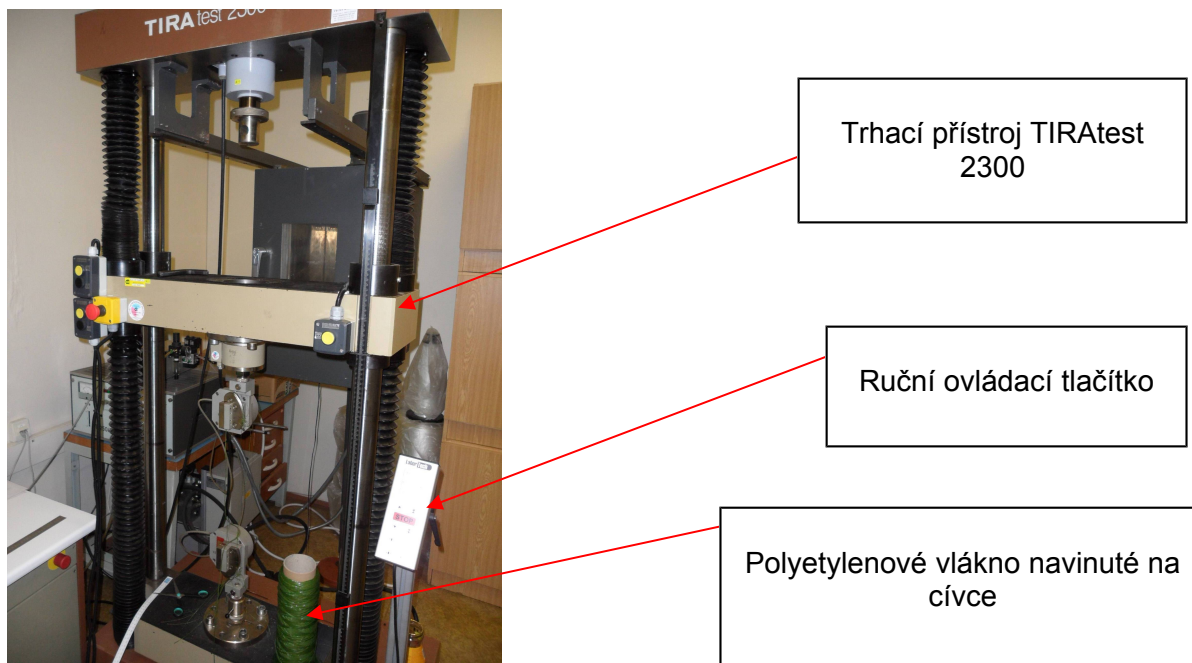
Obr. 24 Detailní pohled na upínací čelisti



*Obr. 25 Pohled na přetržený ozářený zkušební vzorek*

### 8.7.3. TRHACÍ ZKOUŠKA PŮVODNÍCH VLÁKEN

Testování původních vláken z firmy Juta bylo podobné jako u vláken ozářených. Vlákná jsem umístil do pneumatických čelistí a pomocí ručního ovladače došlo k sepnutí. Dále následovalo propojení mezi TIRAtest2300 a PC, jež zaznamenává výsledné hodnoty do programu a zároveň vytváří potřebný graf.



Obr. 26 Tiratest 2300



Obr. 27 Pohled na pneumatické čelisti a testované vlákna

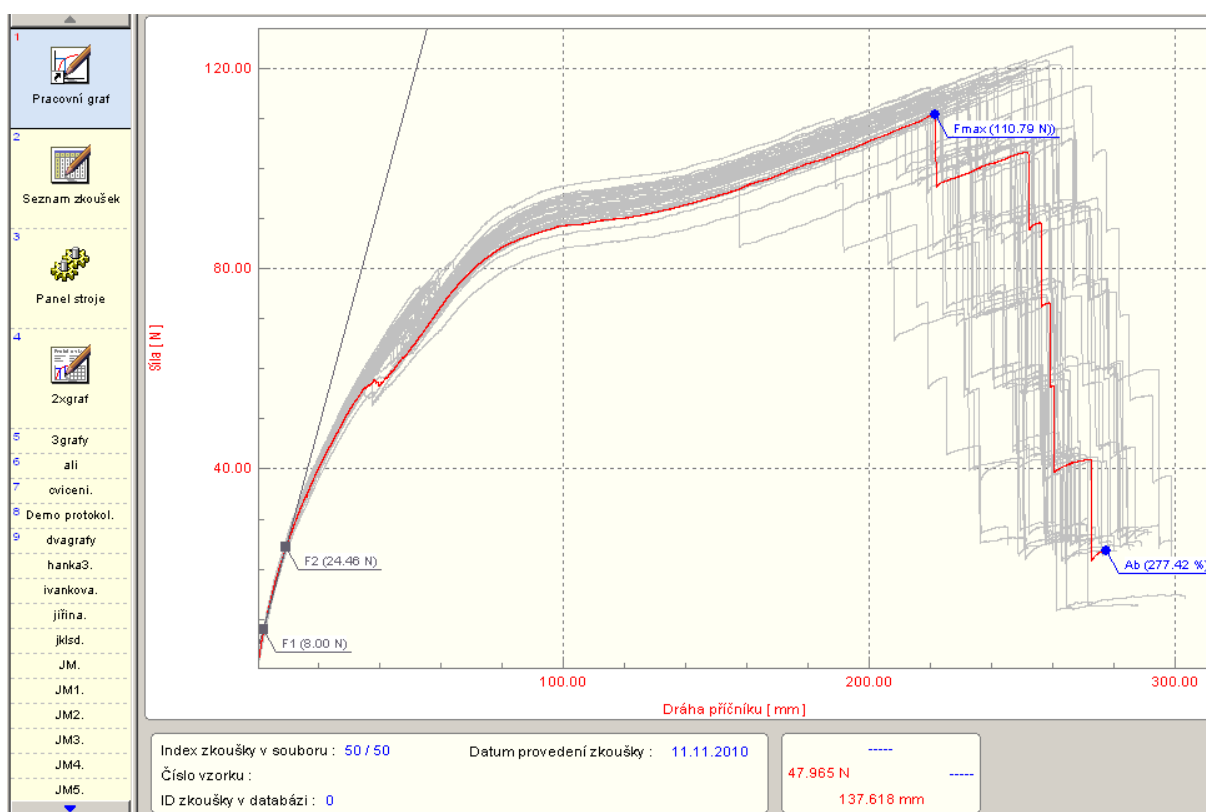
## 9.1. PEVNOSTNÍ TEST PŘED UV ZÁŘENÍ

### Pravděpodobnostní modely

Metoda maximální věrohodnosti (MLE)

Název úlohy: **JUTA před ozáření**

Data: Všechna



Obr. 20 Graf naměřených hodnot na trhacím stroji TIRAtest2300



Seznam analyzovaných rozdělení				
Symetrické modely	Parametry			
Rozdělení	Věrohodnost	P-P korelace	A-průměr	B-rozptyl
Normální	-142.9894	0.9916	115.0954	4.5240
Cauchy	-146.0415	0.9888	115.6268	2.3309
Logistické	-140.3814	0.9956	115.3613	2.3529
Laplace	-140.8211	0.9924	115.4449	3.2552
Rovnoměrné	-162.1590	0.8375	96.9311	124.2990

Obr. 20 Tabulka: Seznam analyzovaných rozdělení

*Poznámka: tam, kde se vyskytla chyba měření, nedokázal program QC expert spočítat parametry*



Asymetrické modely	Parametry			
	Věrohodnost	P-P korelace	A	B
Rozdělení				
Gamma	CHYBA !			
Gumbel	-140.4108	0	-117.1300	3.7599
Trojúhelníkové	CHYBA !			
Exponenciální	CHYBA !			
Weibullovo	CHYBA !			
Lognormální	CHYBA !			

Obr. 21: Asymetrické modely

Výběrové momenty				
Průměr	Rozptyl	Šikmost	Špičatost	Medián
115.0954	20.4674	-1.25110	7.0010	115.4440

Obr. 22 Výběrové modely

Modelové momenty						
Rozdělení	Střední hodnota	Rozptyl	Šikmost	Špičatost	Medián	Modus
Normální	115.0954	20.4674	0	3	115.0954	115.0954
Cauchy	<i>ndef.</i>	<i>ndef.</i>	<i>ndef.</i>	<i>ndef.</i>	115.6268	115.6268
Logistické	115.3613	18.2144	0	4.2	115.3613	115.3613
Laplace	115.4449	21.1931	0	6	115.4449	115.4449
Rovnoměrné	110.6150	62.4164	0	1.8	110.6150	<i>ndef.</i>
Gamma	CHYBA !					
Gumbel	114.9602	23.2548	-1.1395	5.4	115.7524	117.1305
Trojúhelníkové	CHYBA !					
Exponenciální	CHYBA !					
Weibullovo	CHYBA !					
Lognormální	CHYBA !					

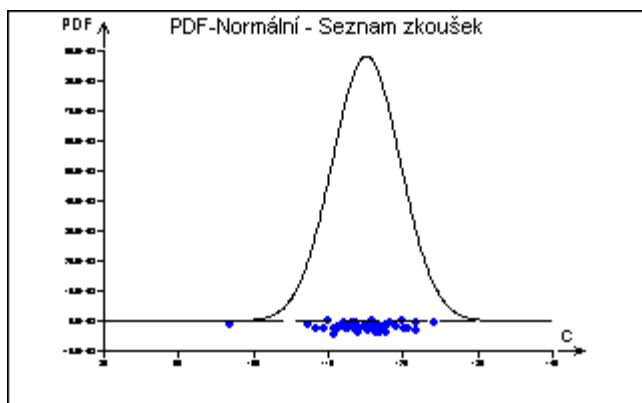
Obr. 23 Modelové momenty

Poznámka: tam, kde se vyskytla chyba, nedokázal program QC expert spočítat parametry

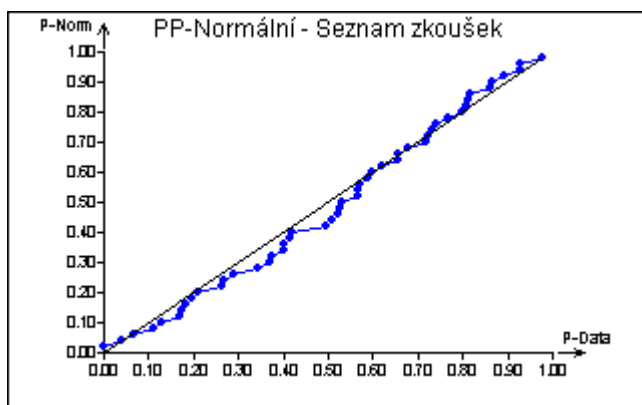
Kvantily a pravděpodobnosti		
Rozdělení	Kvant(0.01)	Kvant(0.99)
Normální	104.5708	125.6200
Logistické	104.5491	126.1736
Cauchy	41.4544	189.7993
Laplace	102.7104	128.1795
Rovnoměrné	97.2048	124.0253
Gumbel	-96.9311	122.8726

*Obr. 24 Kvantily a pravděpodobnosti*

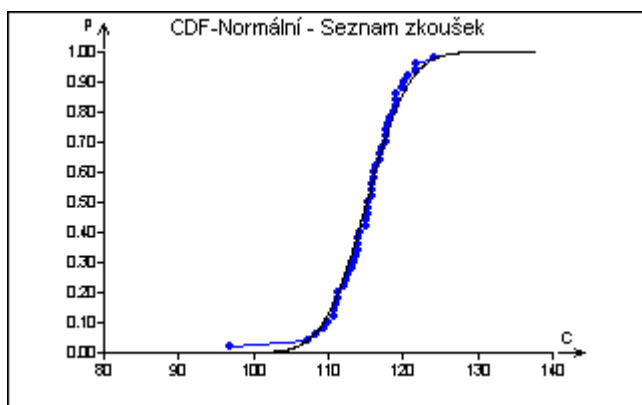
### Normální



Obr. 25 Graf PDF normální

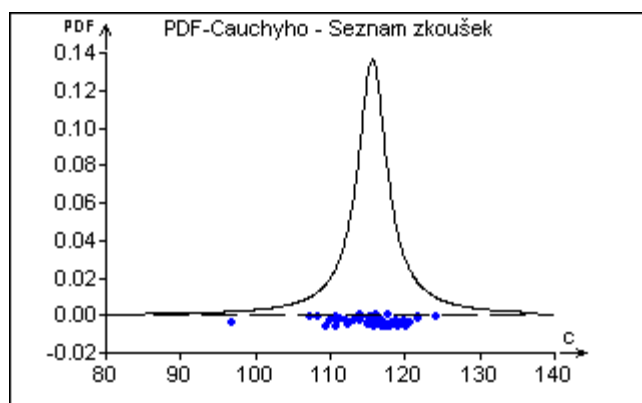


Obr. 26 Graf PP normální

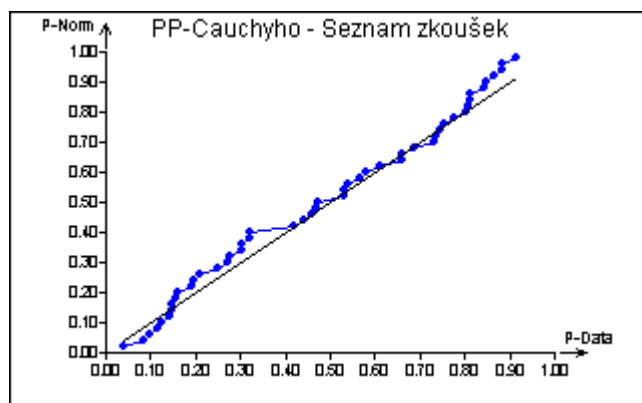


Obr. 27 Graf CDF normální

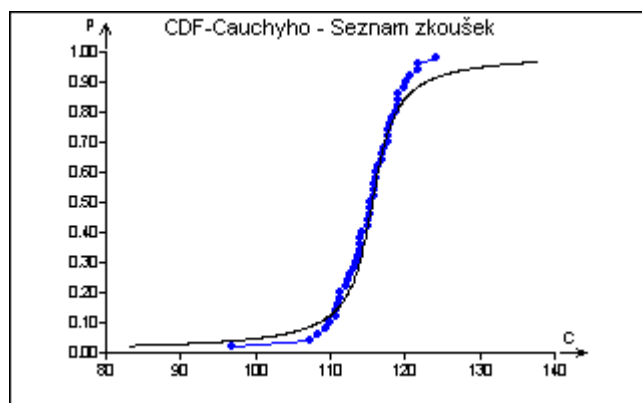
### Cauchyho



Obr. 28 Graf PDF - Cauchyho

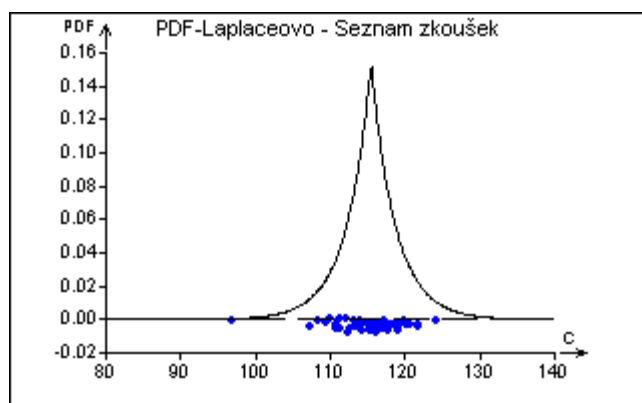


Obr. 29 Graf PP- Cauchyho

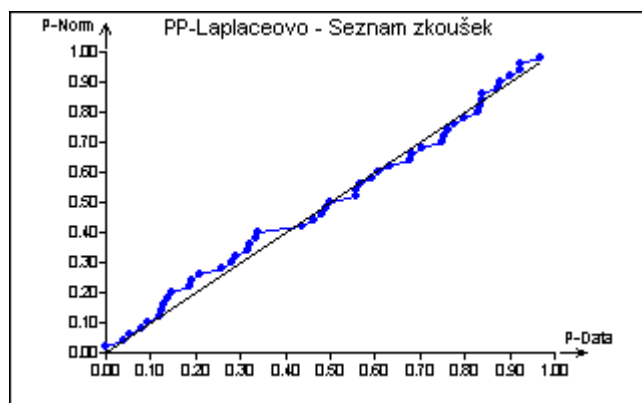


Obr. 29 Graf CDF- Cauchyho

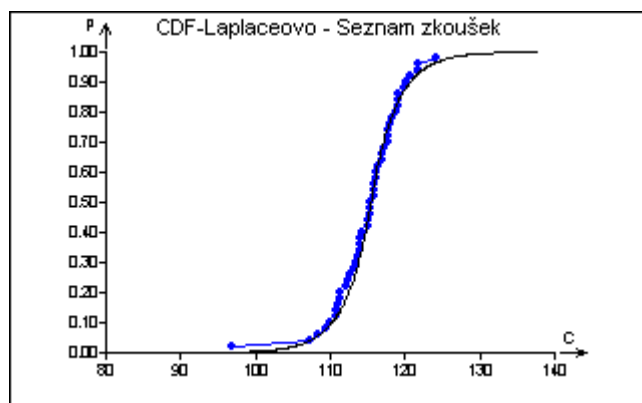
### Laplaceovo



Obr. 30 Graf PDF- Laplaceovo

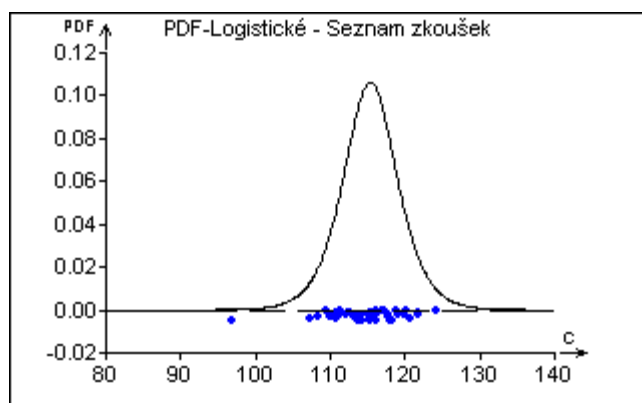


Obr. 31 Graf PP- Laplaceovo

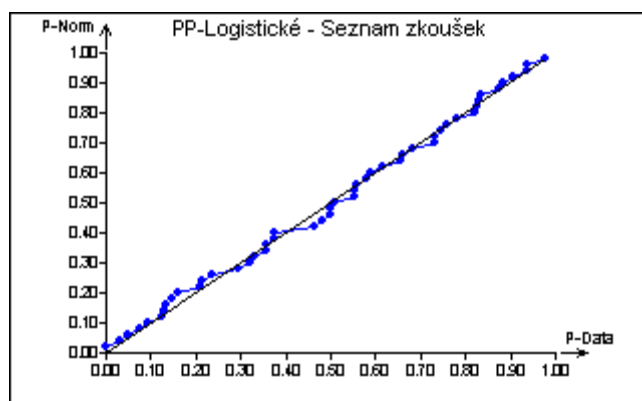


Obr. 32 Graf CDF- Laplaceovo

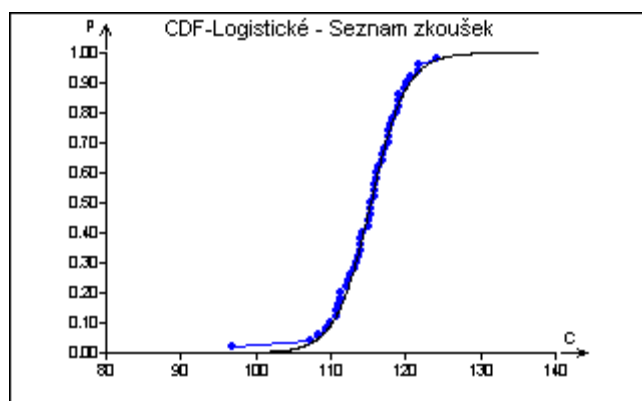
### Logistické



Obr. 33 Graf PDF- Logistické



Obr. 34 Graf PP- Logistické



Obr. 35 Graf CDF- Logistické

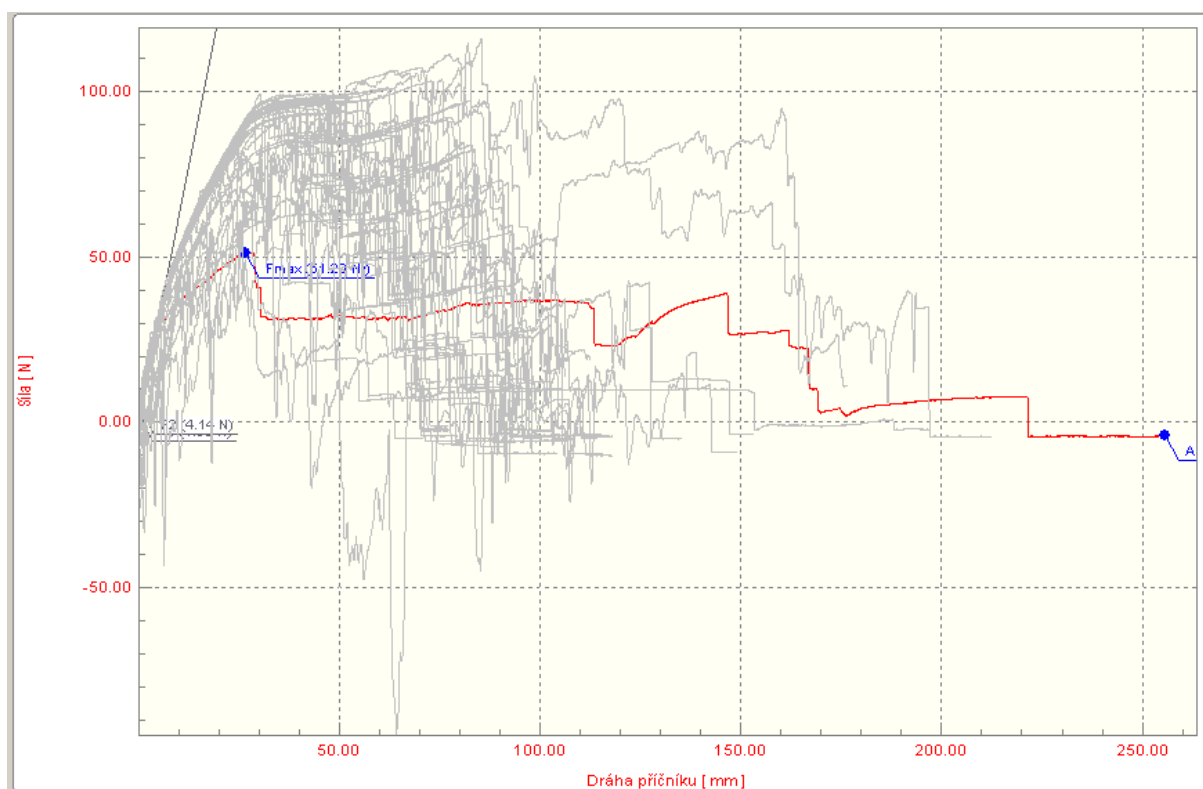
## 9.2. PEVNOSTNÍ TEST PO UV ZÁŘENÍ

### Pravděpodobnostní modely

Metoda maximální věrohodnosti (MLE)

Název úloh: **Juta po ožáření**

Data: Všechna



Obr. 36 Graf naměřených hodnot na trhačím stroji TIRAtest2300 po ožáření



Seznam analyzovaných rozdělení				
Symetrické modely	Parametry			
Rozdělení	Věrohodnost	P-P korelace	A	B
Normální	-94.2258	0.9650	97.5595	2.9266
Cauchy	-97.5810	0.9741	97.1440	1.3385
Logistické	-94.0935	0.9707	97.4612	1.6051
Laplace	-93.2040	0.9751	96.9953	2.1373
Rovnoměrné	-97.1192	0.9085	91.7888	104.67

Obr. 36 Tabulka- Seznam analyzovaných rozdělení

Asymetrické modely	Parametry				
Rozdělení	Věrohodnost <i>t</i>	P-P korelace	A	B	C
Gamma	-95.0394	0.9559	90.0988	1.4367	5.2536
Gumbel	-95.3237	0.9550	96.1532	2.6689	
Trojúhelníkové	-92.8139	0.9625	90.8126	105.402	96.8024
Exponenciální	-104.6128	0.8419	91.7878	5.7717	
Weibullovo	-93.8752	0.9637	90.3629	8.0863	2.6655
Lognormální	-93.9036	0.9671	67.8456	3.3869	0.0968

Obr. 37 Tabulka- Asymetrické modely

Výběrové momenty				
Průměr	Rozptyl	Šikmost	Špičatost	Medián
97.5595	8.5650	0.3307	3.2832	96.9953

*Obr. 38 Tabulka- Výběrové momenty*

### Modelové momenty

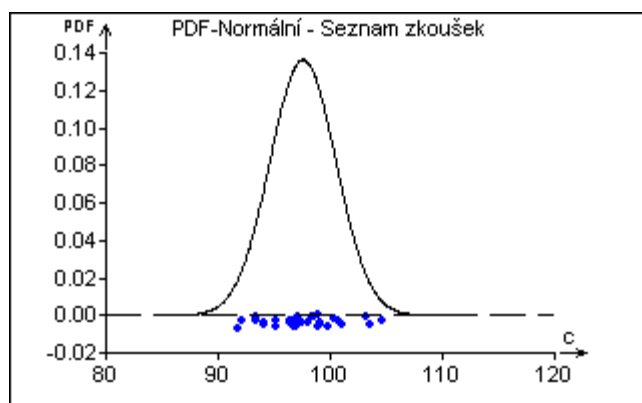
Rozdělení	Střední hodnota	Rozptyl	Šikmost	Špičatost	Medián	Modus
Normální	97.5595	8.5650	0	3	97.5595	97.5595
Cauchy	nedef.	nedef.	nedef.	nedef.	97.1440	97.1440
Logistické	97.4612	8.4764	0	4.2	97.4612	97.4612
Laplace	96.9953	9.1364	0	6	96.9953	96.9953
Rovnoměrné	98.2294	13.8271	0	1.8	98.2294	nedef.
Gamma	97.6471	10.8454	0.8725	1.1420	-	96.2104
Gumbel	97.6938	11.7171	1.1395	5.4	97.1314	96.1532
Trojúhelníkové	97.6724	8.9634	0.1718	2.4	97.4817	96.8024
Exponenciální	97.5595	33.3126	2	9	95.7885	91.7878
Weibullovo	97.5509	8.4342	0.2887	2.7962	97.9120	97.7665
Lognormální	97.5594	8.3186	-	-	97.4204	97.1444

Obr. 39 Tabulka – Modelové momenty

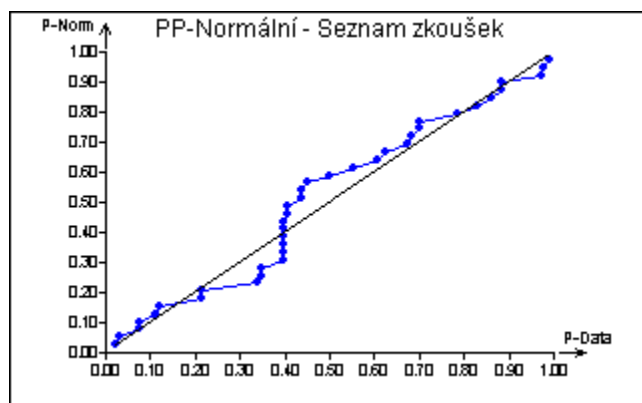
<i><b>Kvantily a pravděpodobnosti</b></i>		
<b>Rozdělení</b>	Kvant(0.01)	Kvant(0.99)
Normální	90.7512	104.3679
Logistické	90.0854	104.8371
Cauchy	54.5497	139.7383
Laplace	88.6339	105.3566
Rovnoměrné	91.9176	104.5411
Gamma	92.1150	107.1388
Gumbel	92.0773	108.4307
Trojúhelníkové	91.7474	104.2820
Exponenciální	91.8458	118.3676
Weibullovo	91.8026	104.7036
Lognormální	91.4549	104.8936

*Obr. 39 Tabulka – Kvantily a pravděpodobnosti*

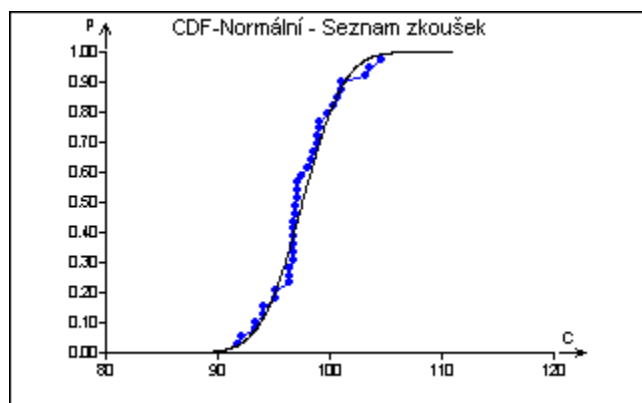
### Normální



Obr. 40 Graf PDF -Normální

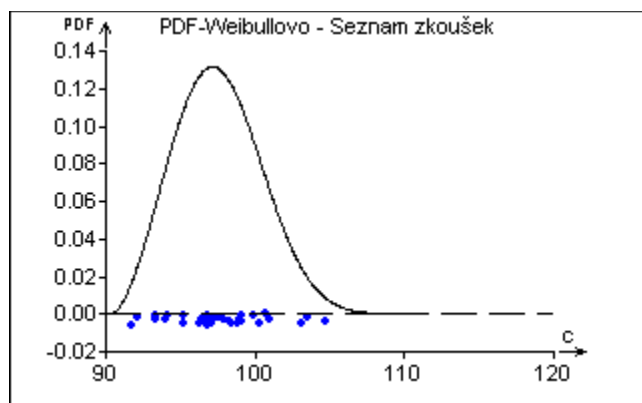


Obr. 41 Graf PP-Normální



Obr. 42 Graf CDF -Normální

## Weibullovo



Obr. 43 Graf PDF Weibullovo



Obr. 44 Graf PP Weibullovo



Obr. 45 Graf CDF Weibullovo

## *10. ZÁVĚR*

Úkolem mé bakalářské práce bylo zjistit, v jaké míře působí přírodní vlivy na umělé povrchy. Ke svému měření a seznamování s materiály jsem využil možnosti navštívit specializovanou firmu Juta a.s ve Dvoře Králové nad Labem, kde jsem zároveň obdržel potřebné vzorky. Na základě odborné konzultace a možnosti shlédnout jak tato zkouška probíhá, jsem provedl své vlastní měření na katedře oděvnictví za asistence Ing. Koldinské. Ze širokého spektra přírodních vlivů jsem se zaměřil pouze na UV záření s kombinací kondenzace, jejichž nastavení je variabilní. Pro mé měření jsem vybral možnosti střídání výše zmíněných vlivů po 4 hodinách po dobu 126 hodin což je v přepočtu 20208 UW. Po ozáření následovala zkouška na trhacím přístroji, která již vykazovala ve vláknech poškození, které je o 16,3 % menší než původní pevnost. Pevnost jsem mohl porovnat díky výsledkům následně provedeného měření původních neozářených vláken. Vzhledem ke kladným výsledkům mého měření se podklady mé bakalářské práce mohou využít jako základní materiál pro firmy zabývající se výrobou umělých sportovních povrchů.

## *11. POUŽITÁ LITERATURA*

- [1] - L. Krčma: Degradace textilních vláken a ochrana proti ní, SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha 1976
- [2] - Technická brožura firmy JUTA a.s.
- [3] - [www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=26856](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=26856)
- [4] - [www.kht.tul.cz/items/TZD/TZDp/TZD01\\_vlakna\\_opakovani.ppt](http://www.kht.tul.cz/items/TZD/TZDp/TZD01_vlakna_opakovani.ppt)
- [5] - [www.kht.tul.cz/items/TZO/TZO%20p/TZO%2002.ppt](http://www.kht.tul.cz/items/TZO/TZO%20p/TZO%2002.ppt)
- [6] - [www.juta.cz](http://www.juta.cz)
- [7] - Dr. Ing. Miroslav Rozložník a doc. Ing. Miroslav Tůma, CSc. Matematicko-fyzikální tabulky, Fragment 2003